

# MASTERTHESIS

## Simulationsrechnungen zur lokalen Verteilung der Querpressungen in Spanngliedern aus Litzenbündeln

### Problemstellung

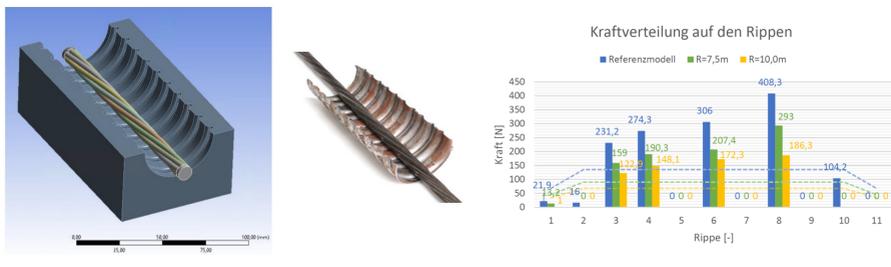
In dieser Arbeit werden Kontaktpressungen untersucht, die zwischen den einzelnen Litzen eines Litzenbündels und den Rippen des Stahlhüllrohrs bei einer nachträglichen Vorspannungen und einem gekrümmt verlaufenden Spannglied entstehen.

Um diese Kontaktpressungen untersuchen zu können, gilt als Ziel dieser Arbeit die Erstellung und die Auswertung der Ergebnisse von FE-Simulationsmodellen in ANSYS. Diese Modelle sollen die Situation und die komplexe Geometrie des realen Bauteils möglichst genau darstellen. Mit den Ergebnissen der Simulationsmodelle sollen die Einflüsse der verschiedenen Parameter auf die Größe und die Verteilung der Kontaktpressungen zwischen Litzen und Hüllrohr analysiert werden. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf der Bestimmung von lokalen Kabelfaktoren, die aufgrund von fehlender Messtechnik im Bauteil nicht direkt bestimmt werden können. Die in dieser Arbeit verwendeten Werkstoffe und Konfigurationen der Parameter nehmen Bezug auf die Großbauteilversuche, die im Rahmen des von der Deutschen Fördergemeinschaft geförderten Teilprojektes B5 des Sonderforschungsbereiches 823 in Zusammenarbeit mit der Fakultät Statistik und im Auftrag des Landesbetriebes Straßenbau NRW vom Lehrstuhl Betonbau durchgeführt wurden.

### Vorgehensweise

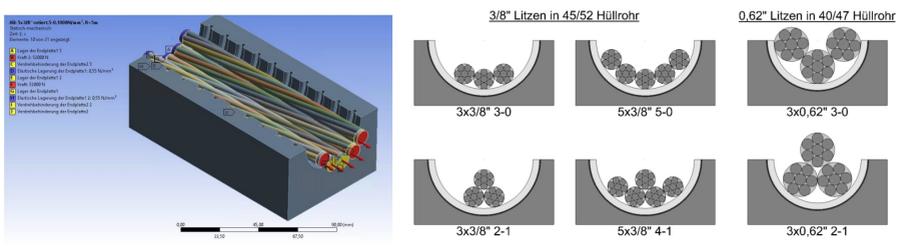
In einem ersten Schritt wird ein FE-Modell einer Einzellitze erstellt und mit der Hilfe von Handrechnungen auf Plausibilität geprüft. Untersucht werden 3/8" und 0,62" Spannstahlritzen der Güte St 1570/1770. Durch Variation von verschiedenen Parametern werden die Einflüsse von zum Beispiel Krümmungsradius und Größe der Vorspannung auf die Größe und die Verteilung der Kontaktpressungen untersucht.

#### Modell einer Einzellitze



Darauf aufbauend werden dem Modell der Einzellitze weitere Litzen hinzugefügt, um die Verteilung und Größe der Querpressungen zwischen den Spannstahlritzen und dem Hüllrohr für Litzenbündel zu untersuchen und lokale Kabelfaktoren zu bestimmen. In dieser Arbeit werden bis zu fünf Litzen in einem Litzenbündel untersucht. Zu jedem Litzenbündel werden zwei unterschiedliche Anordnungen der einzelnen Litzen angesetzt.

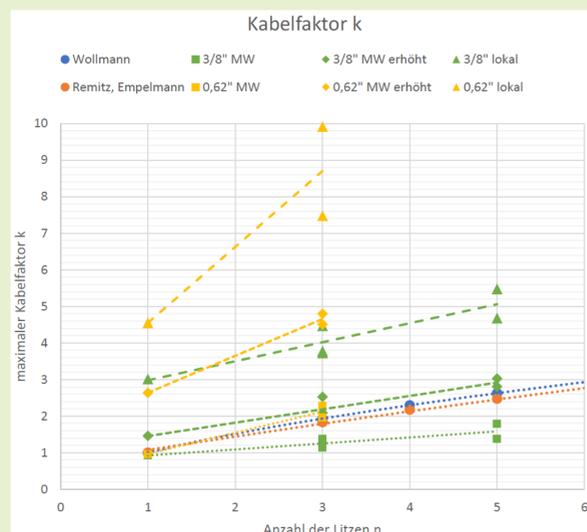
#### Anordnungen der Litzenbündel



Aus dem FE-Modell in ANSYS lassen sich Kontaktkräfte an zuvor implementierten Bereichen der Rippen des Hüllrohrkörpers als Ergebnisse ausgeben. Diese Kräfte werden für jede Litze einzeln und Rippe für Rippe ausgelesen und in eine Tabelle eingetragen. Um die lokalen Kabelfaktoren zu bestimmen, werden die Werte aus diesen Tabellen auf theoretisch gleichmäßig verteilte Rippenkräfte bezogen. Für die Kontaktpressungen zwischen den Spannstahlritzen und dem Hüllrohrkörper wird in dieser Arbeit eine Handrechnung nach Heinrich Hertz aufgezeigt, welche die zuvor ausgelesenen Kontaktkräfte als Eingabe verwendet. Für diese Handrechnung für die Kontaktpressungen wird außerdem anhand eines FE-Submodells in ANSYS die Plausibilität nachgewiesen.

### Ergebnisse

Die Untersuchungen der FE-Modelle lieferten mehrere Ergebnisse. Bei dem Modell der Einzellitze wurde ein linearer Zusammenhang zwischen den Ergebnissen der Kontaktkräfte zwischen der Spannstahlritze und dem Hüllrohr und den Parametern Krümmungsradius und Größe der Vorspannung bestätigt. Des Weiteren zeigte sich, dass eine sehr feine Vernetzung der Modelle, die plausible Ergebnisse zur Kontaktpressung liefern würde, nicht möglich ist bzw. der Rechenaufwand dem Nutzen nicht gerecht wird. Da für diese Arbeit jedoch die Kontaktpressung zwischen den Spannstahlritzen und dem Hüllrohr bestimmt werden mussten, wurde ein händischer Berechnungsansatz nach Heinrich Hertz aufgezeigt und zur Bestimmung der Kontaktpressungen verwendet. Bei den Ergebnissen dieser Pressungen zeigte sich, dass die Streckgrenzen der Werkstoffe der Spannstahlritzen und des Hüllrohres jeweils deutlich überschritten wurden. Das bedeutet, dass es im realen Bauteil zu plastischen Verformungen kommt und sich die Kontaktpressungen dort zum Teil umlagern und geringer ausfallen können. Diese plastischen Verformungen lassen sich anhand von ausgebauten Spanngliedern der Großbauteilversuche bestätigen. Es zeigte sich außerdem, dass die Litzen aufgrund ihrer Geometrie und der des Hüllrohres nicht an jeder Rippe anliegen und sich die Kräfte somit an einzelnen Rippen aufaddieren. Das führt lokal an diesen Rippen zu deutlich höheren Kräften und somit auch zu deutlich höheren Kabelfaktoren im Vergleich zu den Kabelfaktoren, die mittels zweidimensionaler Verfahren aus der einschlägigen Literatur ermittelt werden können. Selbst bei einer Einzellitze sind die



lokalen Kabelfaktoren an einzelnen Rippen deutlich größer als 1,0. Bei Litzenbündeln wird dieser Effekt weiter verstärkt. Die in dieser Arbeit verwendeten FE-Modelle weisen zu Lasten des Berechnungsaufwands noch weitere

Verbesserungsmöglichkeiten auf, um realitätsnähere Ergebnisse erhalten zu können. Sie können jedoch als gute Grundlage für weitere Untersuchungen verwendet werden.